

SYSTEME DE REFROIDISSEMENT D'UN BOITIER ELECTRONIQUE

Le domaine de l'invention est celui du refroidissement d'équipements électroniques, notamment lorsqu'ils sont situés dans une zone non ventilée.

5 Ces équipements sont par exemple des boîtiers électroniques situés sous les sièges ou dans les plafonds d'une cabine d'avion. Ces boîtiers sont notamment des éléments de systèmes de divertissement audiovisuels à la demande (films, jeux interactifs, ...), de systèmes d'accès à des services internet ainsi qu'à des services liés au vol (affichage des conditions
10 de vol à la demande, ...), mis à la disposition du passager.

Ces équipements présentent de plus en plus de fonctionnalités et comportent de plus en plus de composants électroniques et/ou des composants plus puissants pour assurer ces fonctionnalités. Ils ont donc tendance à dissiper davantage de calories.

15 Or une cabine d'avion est climatisée mais non ventilée, c'est-à-dire qu'elle ne bénéficie pas de conduites d'air forcé. Se pose donc le problème du refroidissement de ces équipements.

Une première solution consiste à utiliser la convection naturelle et la dissipation de la chaleur par les sièges ou les plafonds lorsque l'installation
20 le permet. Mais cette technique présente des risques d'obstruction des entrées d'air et ne permet de dissiper qu'un nombre réduit de calories.

Lorsque la puissance est supérieure, les boîtiers sont équipés de ventilateurs, généralement deux ventilateurs pour des raisons de fiabilité. Cela augmente le coût de fabrication du boîtier. Cela crée des problèmes de
25 maintenance, qui augmentent avec le nombre de sièges : dans un futur proche, certains avions seront équipés de 800 sièges, ce qui représentera 1600 ventilateurs à maintenir. De plus ces ventilateurs présentent des risques d'obstruction et peuvent incommoder les passagers qui sont en face des sorties d'air. Enfin, les ventilateurs sont des équipements bruyants.

30

Un but important de l'invention est donc de refroidir des équipements électroniques situés par exemple dans une zone non ventilée, en utilisant une solution ne présentant pas les inconvénients sus-mentionnés.

Pour atteindre ce but, l'invention propose un système de refroidissement d'un boîtier électronique susceptible de dégager de la chaleur, principalement caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de refroidissement passif apte à être connecté au boîtier électronique et un élément constitué d'un matériau conducteur de chaleur et en ce que cet élément comprend au moins une zone de contact connectée au dispositif de refroidissement passif, cette zone de contact étant disposée sur l'élément de manière à dissiper la chaleur issue du dispositif de refroidissement vers l'ensemble de l'élément.

Selon une caractéristique de l'invention, il comporte en outre un boîtier électronique comportant un système interne de drainage de la chaleur relié à une zone de contact et en ce que cette zone de contact du boîtier est connectée au dispositif de refroidissement passif.

De cette façon, le chemin thermique entre les composants électroniques, le boîtier et l'élément qui dissipe la chaleur, est optimisé.

Ce système de refroidissement est silencieux, fiable car n'utilise pas d'éléments tournants ou actifs pouvant s'user, compact, ne nécessite qu'une maintenance réduite, et présente une grande souplesse d'installation.

Le dispositif de refroidissement passif est de préférence un caloduc, en particulier un caloduc à boucle diphasique.

L'invention a aussi pour objet un siège équipé d'un système de refroidissement tel que décrit. Il s'agit par exemple d'un siège de véhicule de transport.

L'invention concerne également un boîtier électronique comportant des composants électroniques susceptibles de dégager de la chaleur, caractérisé en ce qu'il comporte un système interne de drainage de la chaleur relié à une zone de contact destinée à être connectée à un dispositif de refroidissement passif.

L'invention a enfin pour objet un procédé de refroidissement d'un boîtier électronique comportant des composants électroniques susceptibles de dégager de la chaleur, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes consistant à :

drainer la chaleur issue des composants vers une zone prédéterminée du boîtier,

refroidir cette zone au moyen d'un dispositif de refroidissement passif relié d'une part à cette zone du boîtier et d'autre part à un élément
5 susceptible de dissiper la chaleur issue du dispositif de refroidissement.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

10 la figure 1 représente schématiquement des exemples de boîtiers électroniques situés dans un compartiment d'avion,

la figure 2 représente schématiquement une vue en éclaté d'un exemple de boîtier électronique selon l'invention,

la figure 3 représente schématiquement un caloduc,

15 la figure 4 représente schématiquement un caloduc à boucle diphasique,

la figure 5 représente schématiquement un exemple de système de refroidissement selon l'invention.

20 Dans la suite on va considérer que le boîtier est situé dans une zone non ventilée en l'occurrence celle d'un compartiment de passagers d'un avion, mais bien sûr l'invention s'applique également à toute autre zone non ventilée telle qu'un compartiment de train ou une voiture et plus généralement à toute zone insuffisamment ventilée.

25 Selon l'invention, le système de refroidissement comprend un dispositif de refroidissement passif connecté d'une part au boîtier électronique à refroidir et d'autre part à la structure métallique d'accueil du boîtier, de manière à dissiper la chaleur vers cette structure.

La structure d'accueil peut être un siège lorsque le boîtier est situé
30 sous le siège ou un arceau de la structure de l'avion lorsque le boîtier est situé dans le plafond, comme illustré figure 1.

Un boîtier électronique comprend de manière classique des composants électroniques tels que des processeurs, des mémoires, ..., qui sont montés sur des circuits imprimés ou des circuits intégrés. Le boîtier peut
35 aussi comporter d'autres composants électroniques tels qu'une carte

graphique et/ou vidéo, une carte son, un disque dur, etc. On a représenté figure 1 deux exemples de boîtiers électroniques : l'un 10a situé sous le siège est relié d'une part aux réseaux centraux de l'avion électrique, ethernet 1, réseau RF 2 audio et/ou vidéo, via un autre boîtier 10b et d'autre part à divers terminaux, écouteurs audio 3, moniteur vidéo 4, télécommande 5, port USB 6 pour la connexion à un ordinateur portable, prise électrique 7, ...), l'autre 10b situé dans le plafond est relié aux réseaux centraux de l'avion et aux boîtiers électroniques 10a de plusieurs sièges.

Dans la suite on prendra comme exemple un boîtier électronique fixé sous un siège. Ce cas de figure est plus critique que le boîtier situé dans le plafond car plus difficile d'accès et plus susceptible d'être endommagé par les passagers.

Selon l'invention, le boîtier électronique 10, représenté figure 2 comporte lui-même un système de drainage de la chaleur dégagée par ses composants électroniques 14, vers une zone 16 de préférence située sur une face extérieure du boîtier et destinée à être connectée à un dispositif de refroidissement passif. Sur l'exemple de la figure 2, le système de drainage de la chaleur comprend des glissières thermiques 11 situées en bordure de circuit 15, et en contact avec les parois 17 latérales du boîtier. Ces parois latérales sont également en contact avec la paroi supérieure qui présente la zone 16 de refroidissement du boîtier. Selon ce système de refroidissement, la chaleur est drainée des composants 14 vers les glissières 11 puis vers les parois 17 puis vers la zone 16.

On peut citer comme autre exemple de système de drainage, un système connu de refroidissement à changement de phase tel qu'un caloduc, parfois utilisé pour évacuer les calories des composants vers les parois du boîtier.

On rappelle qu'un caloduc 30 représenté figure 3, comporte principalement un évaporateur 32 par lequel la chaleur 31 est absorbée et un condenseur 34 par lequel la chaleur 35 est dégagée. Ils sont séparés par une zone adiabatique 36. Le caloduc contient un liquide, généralement de l'eau. Lorsqu'un point de l'évaporateur est chauffé, l'eau se transforme en vapeur 38 (phase vapeur) dans l'évaporateur 32 en absorbant la chaleur ; avec la température, la pression de la vapeur augmente et la vapeur 38 circule vers le condenseur 34 plus froid, en traversant la zone adiabatique 36

; là, la vapeur 38 se condense en eau (phase liquide), en restituant la chaleur 35 vers l'extérieur du caloduc 30 et le liquide retourne vers l'évaporateur 32 par effet capillaire, à travers une structure capillaire 40 comportant par exemple des canaux.

5 Lorsque le boîtier 10 est équipé d'un caloduc, la zone 16 destinée à être connectée à un dispositif de refroidissement 20 est celle du condenseur 34. Plus généralement cette zone 16 est celle où la chaleur du boîtier est drainée.

Jusqu'à présent, les caloducs sont utilisés pour refroidir des
10 boîtiers électroniques comme indiqué précédemment, tels que des ordinateurs portables dont la température de fonctionnement atteint facilement 40° C. La distance sur laquelle la chaleur est drainée est de l'ordre de 20 cm.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le dispositif de
15 refroidissement passif 20 situé entre le boîtier et la structure métallique du siège, est aussi un caloduc malgré des spécificités d'utilisation inhabituelles. En effet, les spécificités d'utilisation dans le domaine aéronautique, résident dans la tenue à des températures plus élevées, pouvant atteindre 70° C pour des boîtiers d'un volume d'environ 1 ou 2 MCU (1MCU=1,6 litre), des
20 distances de drainage de la chaleur plus longues, de l'ordre de 60 cm, et une résistance à l'accélération qui ne doit pas empêcher l'effet capillaire de se produire. Cette résistance doit être inférieure à 10 g, avec $g=9,81 \text{ m/s}^2$.

Le caloduc utilisé est tel que représenté figure 3, ou une variante représentée figure 4 et désignée caloduc à boucle diphasique 30' reposant
25 sur le même principe de fonctionnement. Dans cette variante, l'évaporateur 32' et le condenseur 34' sont reliés par une ligne 33 de circulation de la vapeur et une ligne 37 de circulation du liquide. Une pompe capillaire 40' est intégrée à l'évaporateur 32' comme illustré figure 4. Ces lignes de circulation 33 et 37 peuvent être réalisées dans un matériau déformable qui permet de
30 relier facilement l'évaporateur 32' en contact avec la zone 16 du boîtier, au condenseur 34'. Ces lignes de circulation déformables facilitent l'installation de ce dispositif de refroidissement 20.

Selon l'invention, le dispositif de refroidissement 20 est relié à une
partie du siège, constituée d'un matériau conducteur de chaleur, qui peut
35 être du métal. Il s'agit par exemple des pieds du siège. Comme illustré figure

5, cette partie métallique 50 comprend une zone de contact 52 destinée à être connectée au dispositif de refroidissement 20, plus précisément au condenseur 34' de ce dispositif. La chaleur issue du condenseur 34' est alors dissipée vers l'ensemble de la structure métallique 50 du siège.

5 De cette façon, le chemin thermique entre les composants électroniques, le boîtier et la structure métallique du siège est optimisée.

Ce système global de refroidissement est silencieux, fiable car n'utilise pas d'éléments tournants ou actifs pouvant s'user, compact, ne nécessite aucune maintenance, et présente une grande souplesse
10 d'installation.

Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif de refroidissement 20 comporte plusieurs condenseurs 34' et la structure d'accueil, plusieurs zones de contact 52.

REVENDICATIONS

1. Siège d'avion, le siège étant équipé d'un boîtier électronique (10) susceptible de dégager de la chaleur, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif
5 de refroidissement passif (20) apte à être connecté au boîtier électronique (10) et un élément (50) constitué d'un matériau conducteur de chaleur et en ce que cet élément (50) comprend au moins une zone de contact (52) connectée au dispositif de refroidissement passif (20), cette zone de contact étant disposée sur l'élément (50) de manière à dissiper la chaleur issue du dispositif de refroidissement vers
10 l'ensemble de l'élément (50).

2. Siège d'avion selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le dispositif de refroidissement passif (20) est un caloduc, en particulier un caloduc à boucle diphasique.

15

3. Siège d'avion selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le boîtier électronique (10) comporte un système interne de drainage de la chaleur relié à une zone de contact (16) du boîtier et en ce que cette zone de contact (16) est connectée au dispositif de refroidissement passif
20 (20).

4. Siège d'avion selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le boîtier électronique (10) comporte des parois et en ce que la zone de contact (16) est une partie d'une paroi.

25

5. Boîtier électronique (10) pour un siège d'avion selon la revendication 4, le boîtier comportant des composants électroniques (14) susceptibles de dégager de la chaleur, la zone de contact (16) du boîtier étant destinée à être connectée à un dispositif de refroidissement passif (20).

30

6. Procédé de refroidissement d'un boîtier électronique selon la revendication précédente, comportant des composants électroniques susceptibles de dégager de la chaleur, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes consistant à :

drainer la chaleur issue des composants vers une zone prédéterminée du boîtier, cette zone étant une partie d'une paroi,

- refroidir cette zone au moyen d'un dispositif de refroidissement passif relié d'une part à cette zone du boîtier et d'autre part à un élément susceptible de
- 5 dissiper la chaleur issue du système de refroidissement.

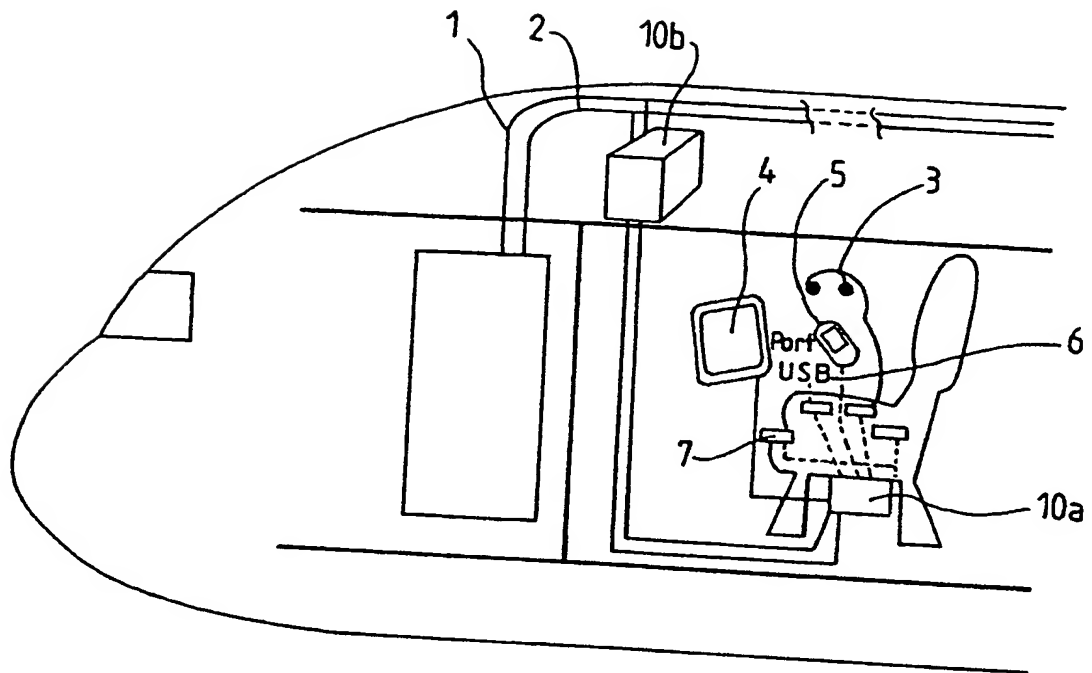


FIG. 1

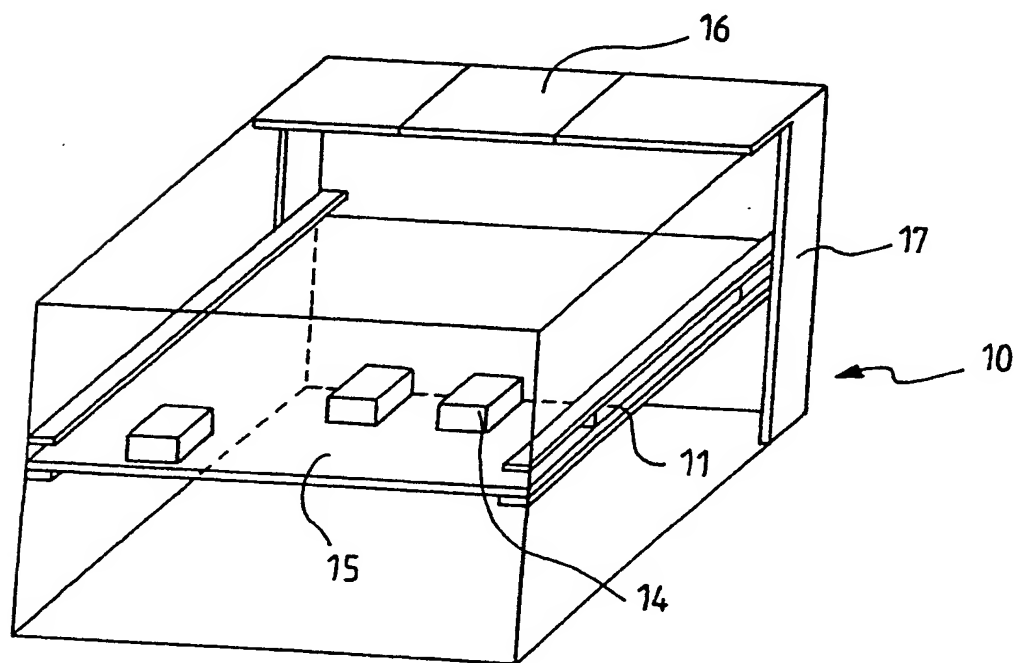


FIG. 2

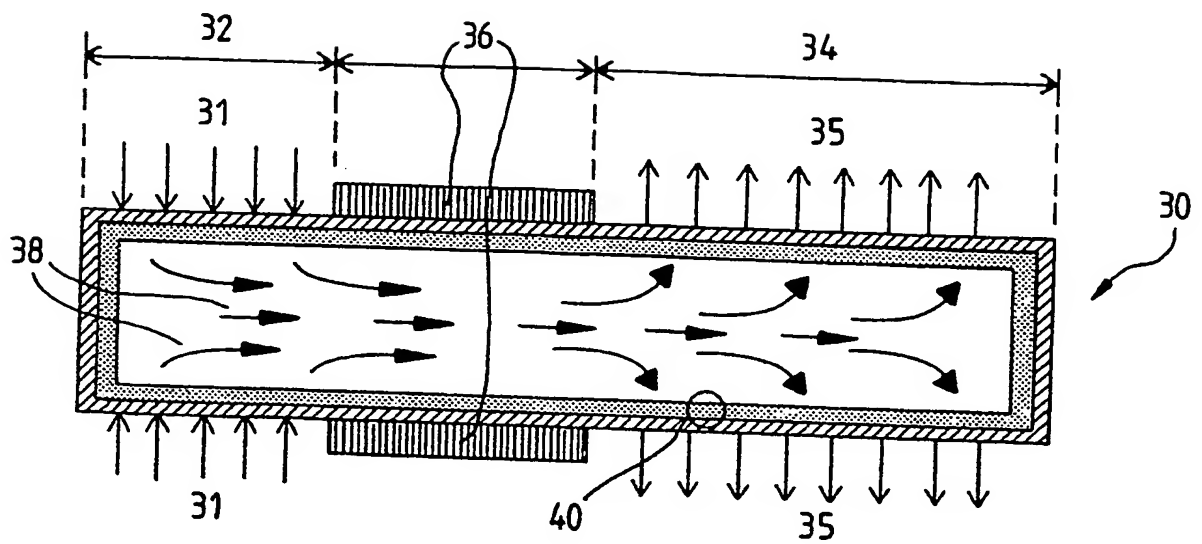


FIG. 3

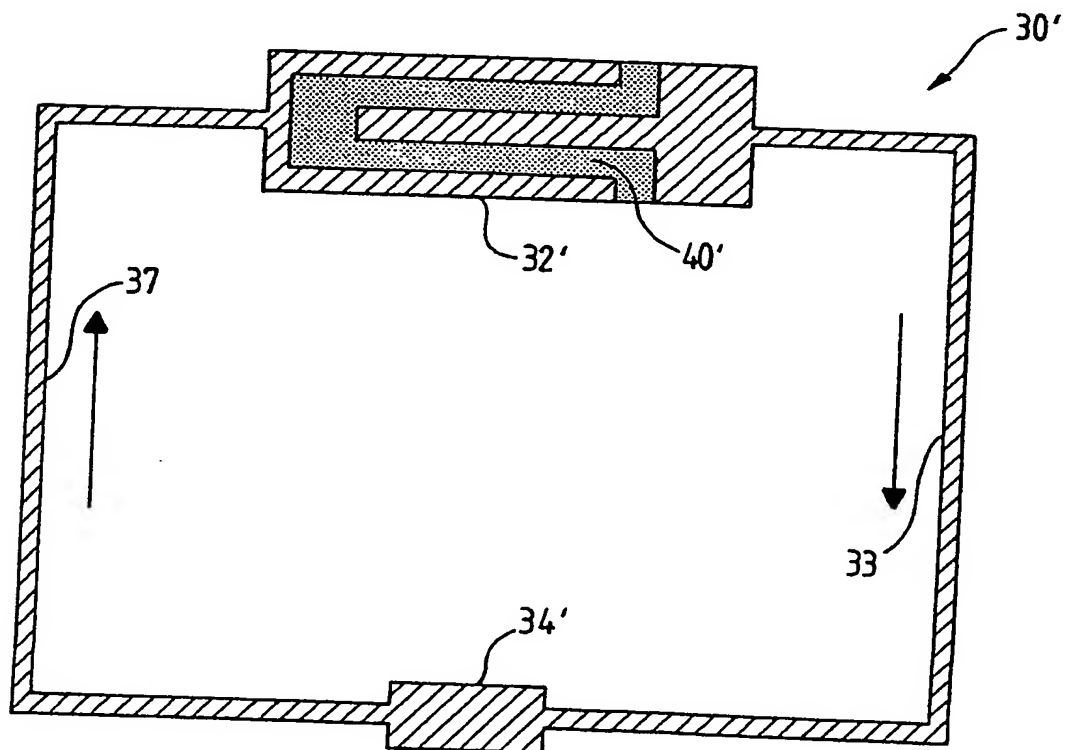


FIG. 4

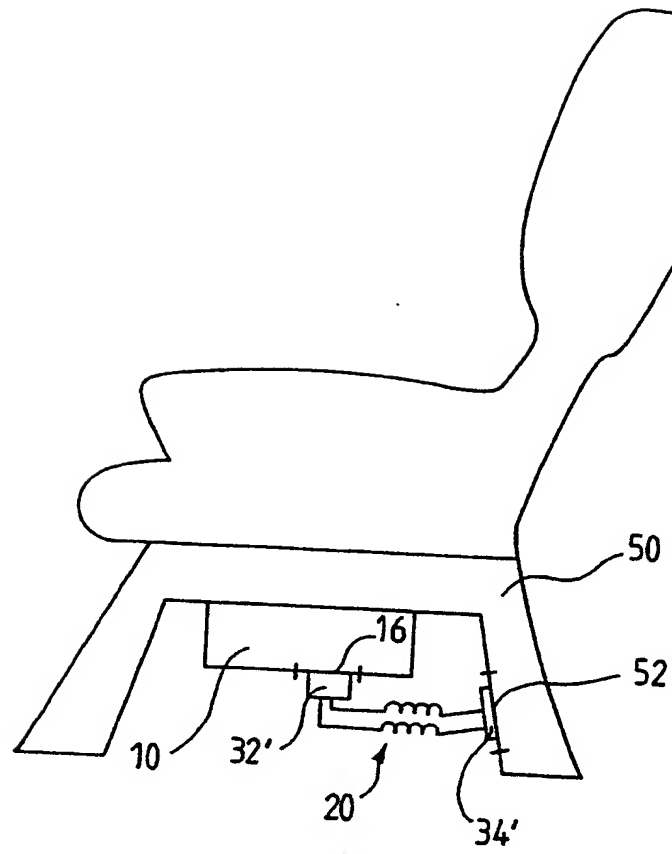


FIG. 5